



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 20 996 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 29 C 39/42**  
B 01 J 19/08  
B 01 J 19/12

②1 Akt nzeichen: P 44 20 996.7  
②2 Anmeldetag: 16. 6. 94  
④3 Offenlegungstag: 11. 1. 96

DE 44 20 996 A 1

⑦1 Anmelder:  
Götzen, Reiner, Dipl.-Ing., 47239 Duisburg, DE

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤4 Herstellung von mikromechanischen und mikrooptischen Bauelementen sowie komplexer Mikrosysteme

⑤7 Mikromechanische und mikrooptische Bauteile werden heute unter großem apparativen Aufwand mit dem LIGA-Verfahren hergestellt. Das neue Verfahren vereinigt die Vorteile der generativen Fertigungsverfahren mit denen der Mikrotechnologien.

Das Verfahren entspricht dem der Stereolithographie, nur das bei diesem Verfahren die auszuhärtende Flüssigkeit als Tropfen zwischen zwei planparallelen Platten durch Adhäsionskräfte gehalten wird. Eine der beiden Platten ist für elektromagnetische Wellen durchlässig, so daß die hindurchtretenden Wellen die Flüssigkeit aushärten. Zudem haftet der ausgehärtete Teil an einer der Platten fest und an der anderen nicht, so daß beim Auseinanderziehen der Platten zwischen der nichthaftenden Platte und dem festen Bauteil Flüssigkeit nachfließt und für die folgende Aushärtung zur Verfügung steht. Beimischungen von Nanokompositen zur Flüssigkeit werden dem ausgehärteten Bauteil gewünschte optische Eigenschaften verleihen. Die erstellten Formen und deren Abformungen können als optische und mikromechanische Bauteile in der Mikrosystemtechnik Verwendung finden.

DE 44 20 996 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 95 508 062/26

1/29

## Beschreibung

## Stand der Technik

a) Mikromechanische und mikrooptische Bauteile werden heute mit folgenden Verfahren hergestellt:

- anisotropes Ätzen von Silizium
- Mikrogalvanikprozesse
- Laserbearbeitung
- LIGA-Verfahren (Lithographie, Galvanoformung, Abformung)
- prägen von Nanokompositen mit anschließendem verbucken

b) Prozesse des Rapid Prototyping:

- Steriolithographie
- Solid Freeform Manufacturing (SFM)
- Laminated Objekt Manufacturing (LOM)
- Fused Depositing Modeling
- Selektives Laser Sintering

Nachteile der dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren

Die Nachteile der unter a) aufgeführten Verfahren:

- Aspektverhältnis kann nicht beliebig erhöht werden
- zum Teil keine Hinterschnitte möglich
- keine Rundungen in allen 3 Raumachsen möglich
- keine Hohlkörper
- keine Hohlkörper mit innenliegenden Bauteilen
- keine komplexe mechanische Baugruppen produzierbar

Die Nachteile der unter b) aufgeführten Verfahren

- Auflösungsgrenze bei 0,15 mm damit keine Verfahren für die Mikrosystemtechnik

## Aufgabe der Erfindung

Herstellung micromechanischer und mikrooptischer Bauelemente und komplexer Microsysteme.

## Lösung

## Vorteile der Lösung

- beliebiges Aspektverhältnis möglich
- Hinterschnitte möglich
- Hohlkörper möglich
- Hohlkörper mit innenliegenden Bauteilen möglich
- Auflösung bis in den Bereich der Wellenlänge der elektromagnetischen Wellen
- Zusammenbau von Einzelteilen bei der Fertigung der Einzelteile möglich, dadurch keine Montage von Baugruppen nötig

## Ausführungsbeispiel

Ein Tropfen einer photoinduziert aushärtbaren Flüssigkeit (1) (alle eingeklammerten Zahlen beziehen sich

auf Zeichnung 2), der sich zwischen 2 planparallelen Platten (2, 3) befindet, die in Wachstumsschritten (4) auseinandergezogen werden. Die so erzeugten Schichten werden durch geführte und fokussierte elektromagnetische Wellen (7) entsprechend eines am Rechner erzeugten, in Schichten zerlegtem 3D-Volumenmodells abgebildet (8) und ausgehärtet. Dabei sollte die zu erzeugende 3-dimensionale Mikrostruktur (5) an der unteren Platte (2) fest anhaften und an der oberen (3) nicht haften, so daß bei einem Wachstumsschritt der flüssige Kleber den Hohlraum über der Struktur (6) in gewünschter Wachstumshöhe ausfüllt. Die obere Platte (3) ist dabei für die benutzten elektromagnetischen Wellen durchlässig. Probleme, die bei der Herstellung von dünneren Flüssigkeitsschichten durch unterschiedliche Oberflächenspannungen von ausgehärteten und nicht ausgehärteten Zonen entstehen, werden durch dieses Verfahren mit Oberflächenspannungen selber gelöst. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß die Struktur während der Herstellung hermetisch von der Außenwelt abgeschirmt ist. Wird vor einem neuen Wachstumsschritt der flüssige photoinduziert aushärtbare Stoff ausgewechselt, so lassen sich Strukturen mit anderen optischen Eigenschaften auf der bestehenden Struktur aufbauen, was zu Lichtleitziwecken ausgenutzt werden kann. Auch ließe sich die Flüssigkeit mit Nanokompositen mischen, was die optischen Eigenschaften weiter beeinflussen würde. Weiterhin ließen sich die produzierten Strukturen als Werkzeug zum Prägen und Abformen benutzen, um so eine größere Werkstoffvielfalt und eine Massenproduktion realisieren zu können.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mikromechanischen und mikrooptischen Bauelementen sowie komplexen Mikrosystemen.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Stoffe und Stoffgemische umfaßt, die mit elektromagnetischen Wellen vom flüssigen in den festen Zustand überführt werden können.
3. Stoffgemische nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Erzeugung von Stoffgemischen zwischen festen und flüssigen Stoffen umfaßt.
4. Feste Stoffe nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Erzeugung von Nanokompositen umfaßt.
5. Elektromagnetische Wellen nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Einrichtungen zur Fokussierung von elektromagnetischen Wellen umfaßt.
6. Elektromagnetische Wellen nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Einrichtungen zur Führung von elektromagnetischen Wellen umfaßt.
7. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er zwei planparallele Platten umfaßt, wobei mindestens eine der Platten durchlässig ist für elektromagnetische Wellen.
8. Platten nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Erzeugung nichthaftender Schichten umfaßt.
9. Platt n nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Erzeugung haftender Schichten umfaßt.
10. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Zerlegung von 3-dimensionalen CAD-Modellen in 2-dimensionale Schichtmodelle umfaßt.

11. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Übertragung der in 10 erzeugten 2-dimensionalen Schichtmodelle auf die Stoffe und Stoffgemische umfaßt, um diese in den festen Zustand zu überführen. 5

12. Elektromagnetische Wellen nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur kontrollierten Abschwächung von elektromagnetischen Wellen umfaßt. 10

13. Feste Stoffe nach Patentanspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Aushärtung von Stoffen und Stoffgemischen ausgehärtet umfaßt. 15

14. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten ausgehärteten oder in den festen Zustand überführten Stoffe und Stoffgemische durch alle Verfahren der Abformtechnik abgeformt werden. 20

15. Nanokomposite nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Formgebung von Nanokompositen umfaßt.

16. Planparallele Platten nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Verfahren zur Abstandseinstellung zweier Platten umfaßt. 25

17. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er alle Permutation von Patentanspruch 1 bis Patentanspruch 14 umfaßt. 30

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

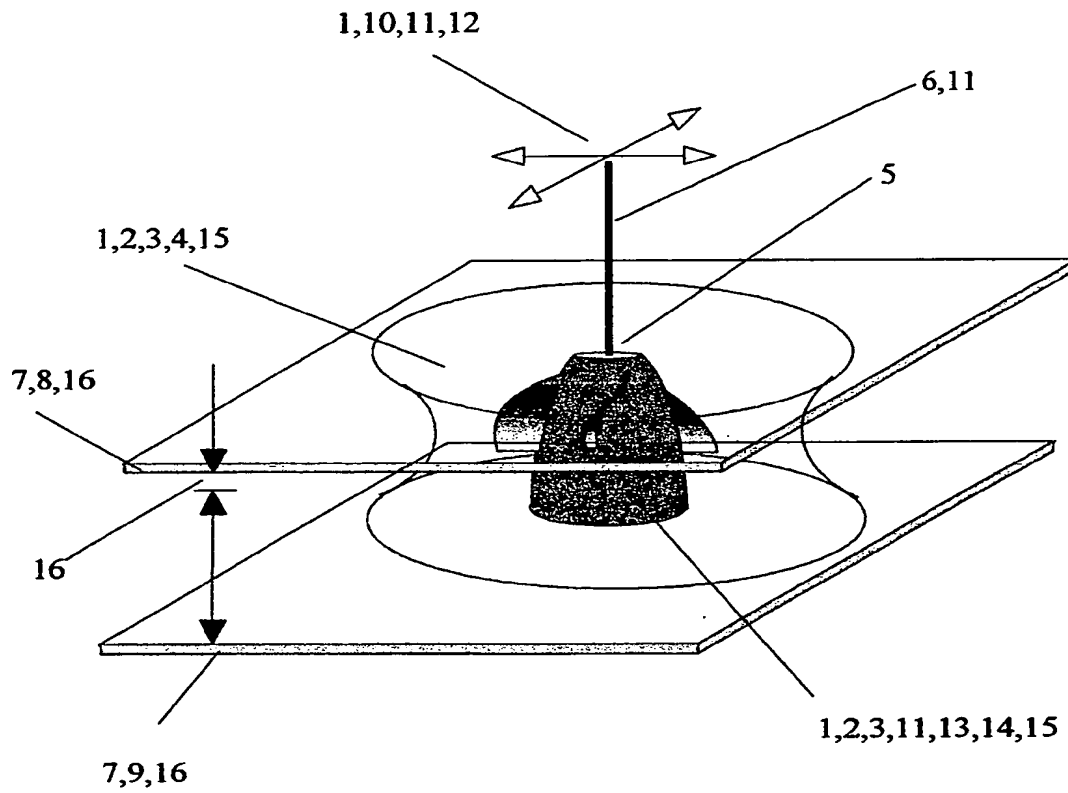
50

55

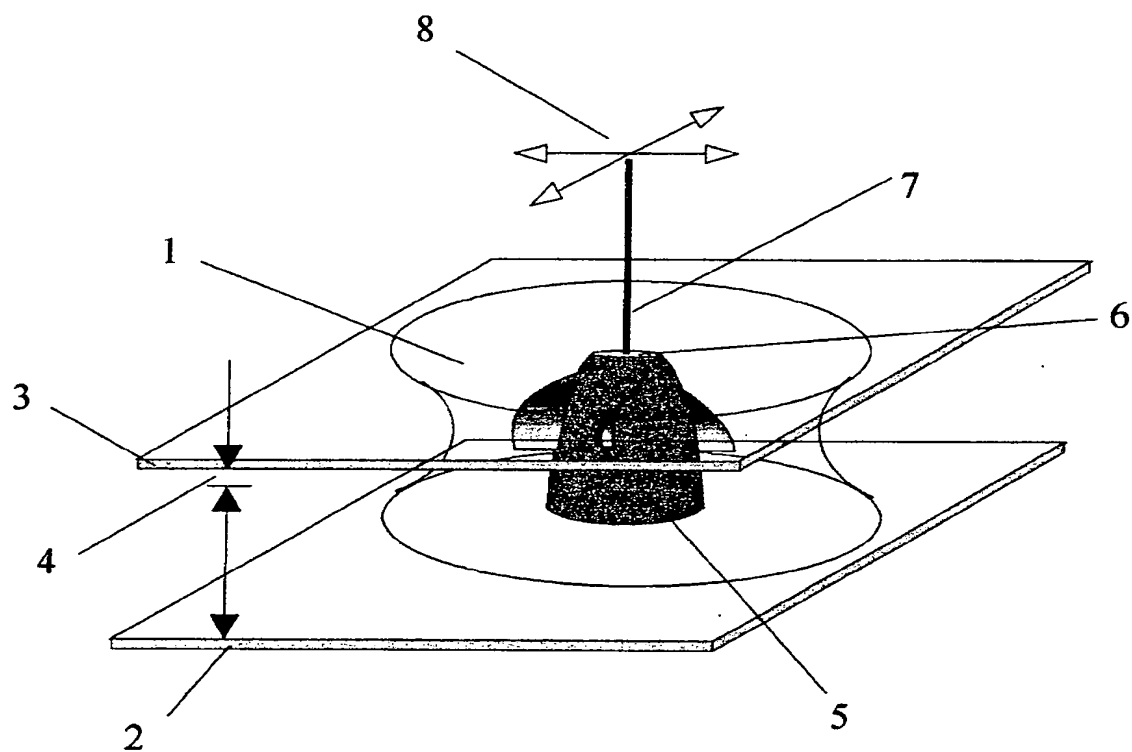
60

65

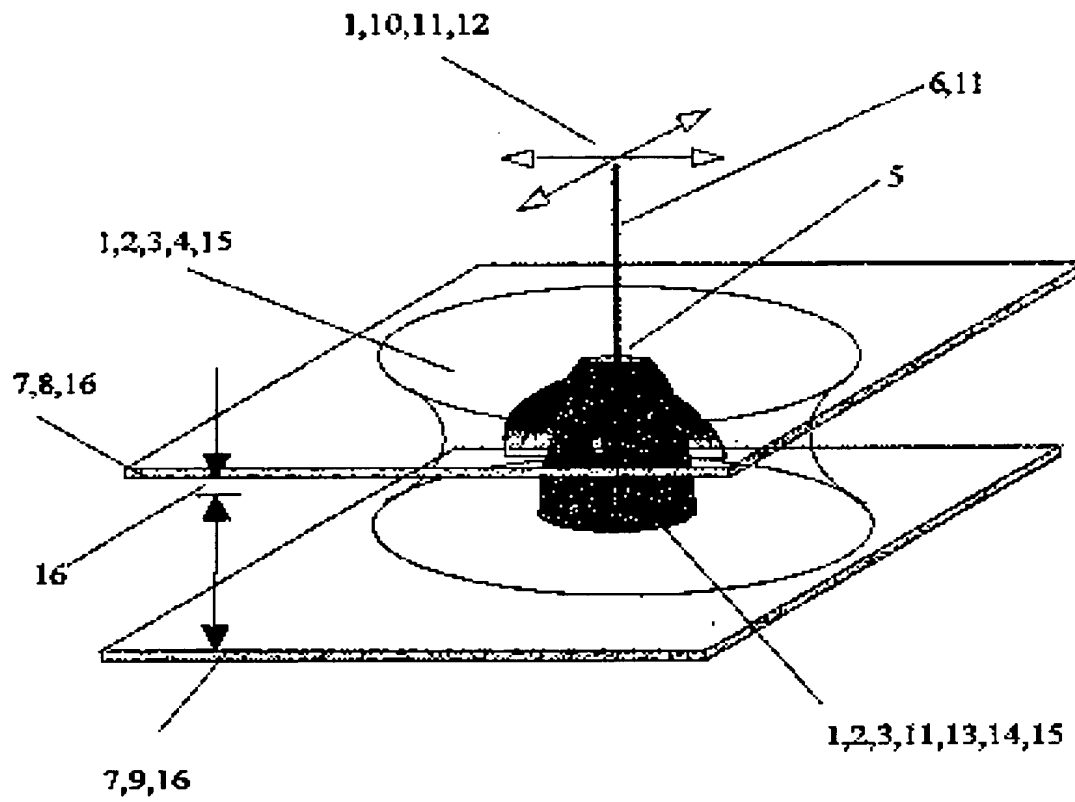
- Leerseite -



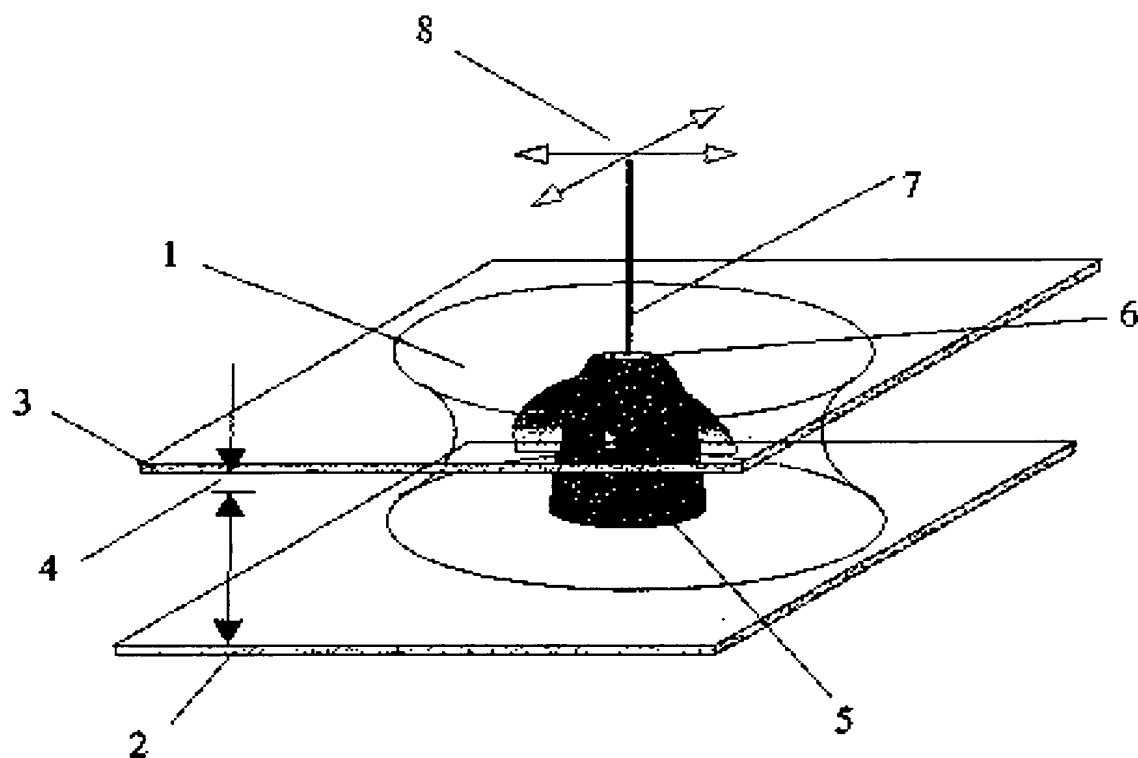
Zeichnung 1



Zeichnung 2



Zeichnung 1



Zeichnung 2